



ENERGI: PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MINIHIDRO (PLTMH)

☎ 022 4231191

☎ 022 4207922

Homepage : www.p4tkipa.kemdikbud.go.id

Email: p4tkipa@kemdikbud.go.id

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN
PUSAT PENGEMBANGAN DAN PEMBERDAYAAN
PENDIDIK DAN TENAGA KEPENDIDIKAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
JL. DIPONEGORO NO.12 - BANDUNG
2018

Penulis :

Noeraida, S.Si., M.Pd.

Dr. Asep Agus Sulaeman

UNIT PEMBELAJARAN STEM

MATA PELAJARAN IPA SMP



Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik
dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam

UNIT PEMBELAJARAN STEM

Mata Pelajaran IPA SMP

Pembangkit Listrik Tenaga Minihidro (PLTMH)

Penanggung jawab
Dr. Sediono, M.Si.

Penulis:

Noeraida, S.Si.,M.Pd.

Dr. Asep Agus Sulaeman

Penyunting

Dr. Eneng Susilawati, M.Sc.

Penelaah

Dr. Ida Kaniawati

Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA)

Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan

Kementerian Pendidikan dan kebudayaan

KATA PENGANTAR

Peningkatan kualitas pembelajaran IPA merupakan upaya yang tidak dapat ditunda-tunda lagi sejalan dengan berbagai tantangan yang dihadapi peserta didik saat ini, yaitu tantangan abad 21. Untuk menyiapkan peserta didik memiliki keterampilan abad 21, pembelajaran yang harus dilakukan guru pun harus berorientasi pada pembelajaran abad 21, yang memiliki karakteristik atau prinsip-prinsip: 1) pendekatan pembelajaran berpusat pada peserta didik; 2) peserta dibelajarkan untuk mampu berkolaborasi; 3) materi pembelajaran dikaitkan dengan permasalahan yang dihadapi dalam kehidupan sehari-hari, pembelajaran harus memungkinkan peserta didik terhubung dengan kehidupan sehari-hari mereka; dan 4) dalam upaya mempersiapkan peserta didik menjadi warga negara yang bertanggung jawab, sekolah seyogyanya dapat memfasilitasi siswa untuk terlibat dalam lingkungan sosialnya.

Salah satu pendekatan pembelajaran yang dapat mengakomodir karakteristik pembelajaran abad 21 tersebut di atas adalah pendekatan *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM). STEM merupakan suatu pendekatan dimana Sains, Teknologi, Rekayasa, dan Matematika diintegrasikan dengan fokus pada proses pembelajaran pemecahan masalah dalam kehidupan nyata, pembelajaran STEM memperlihatkan kepada peserta didik bagaimana konsep-konsep, prinsip-prinsip sains, teknologi, rekayasa, dan matematika digunakan secara integrasi untuk mengembangkan produk, proses, dan sistem yang memberikan manfaat untuk kehidupan manusia.

Untuk menyiapkan peserta didik Indonesia memperoleh keterampilan abad 21, yaitu keterampilan cara berpikir melalui berpikir kritis, kreatif, mampu memecahkan masalah dan mengambil keputusan serta cara bekerja sama melalui kolaborasi dan komunikasi, maka pendekatan STEM diadopsi untuk menguatkan implemantasi Kurikulum Nasional (Kurikulum 2013). Pendekatan STEM diyakini sejalan dengan ruh Kurikulum 2013 yang dapat diimplementasikan melalui penggunaan model pembelajaran berbasis proyek (PJBL) dengan menggunakan scientific dan engineering practices. Salah satu bentuk dukungan PPPPTK IPA adalah dengan melatih guru sains untuk memahami dan menguasai pembelajaran sains berbasis STEM dan mengembangkan bahan ajar sains berbasis STEM sesuai kurikulum 2013

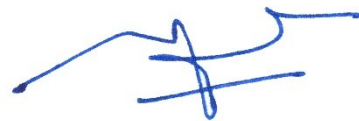
Pengembangan bahan ajar sains berbasis STEM, dilakukan secara bertahap dan disesuaikan dengan Kurikulum 2013. Bahan ajar yang disusun dinamai UNIT PEMBELAJARAN STEM yang terdiri dari:

1. Unit Pembelajaran STEM IPA : Pembangkit Listrik Tenaga Minihidro

- SMP
2. Unit Pembelajaran STEM : Sistem Pencernaan
Biologi SMA
 3. Unit Pembelajaran STEM : Pertumbuhan dan Perkembangan Pada
Biologi SMA Tanaman
 4. Unit Pembelajaran STEM Fisika : Purwarupa Perahu Layar
SMA

Besar harapan kami, Unit Pembelajaran tersebut dapat digunakan sebagai bahan ajar dan alternatif buku sumber bagi guru-guru yang mengajar IPA dalam menyusun rencana pembelajaran IPA berbasis STEM.

Bandung, 2 Mei 2018
Kepala



Dr. Sediono, M.Si.
NIP. 195909021983031002

BAB I PENDAHULUAN

A. Penjelasan Umum

Penguasaan ilmu eksakta, terutama di bidang sains (*Science*), teknologi (*Technology*), rekayasa (*Engineering*), dan matematika (*Mathematics*) atau STEM, memiliki peran penting di dunia pendidikan. Integrasi bidang-bidang keilmuan tersebut diharapkan menjadi kunci sukses bagi pembangunan suatu negara, terutama dalam rangka persaingan pengembangan karir pekerjaan/keterampilan Abad 21 di tataran global. Istilah STEM diluncurkan oleh National Science Foundation Amerika Serikat pada tahun 1990-an sebagai tema gerakan reformasi pendidikan dalam keempat bidang disiplin tersebut untuk meningkatkan jumlah sumber daya manusia yang menguasai bidang-bidang STEM, mengembangkan warga negara yang melek STEM, serta meningkatkan daya saing global AS dalam inovasi IPTEK (Hanover Research, 2011). Pendekatan STEM tentu saja melibatkan ilmu lainnya sebagai penunjang, seperti Ilmu Pengetahuan Sosial, Bahasa, Seni, dll (Bybee, 2010; Sanders, 2009).

Beberapa negara di Benua Asia kemudian mulai mengembangkan STEM di negaranya untuk mulai mengejar ketertinggalan, seperti Jepang, Korea, India, Thailand, Malaysia, Filipina, termasuk Indonesia. Pendidikan STEM sebagai suatu pendekatan interdisiplin pada pembelajaran memberikan peluang kepada guru untuk memberi gambaran kepada peserta didik pentingnya konsep, prinsip, dan teknik dari sains, teknologi, enjiniring, dan matematika digunakan dalam konteks nyata secara terintegrasi dalam pengembangan produk, proses, dan sistem yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Melalui pendekatan STEM diharapkan bisa membentuk sumber daya manusia (SDM) yang mampu bernalar dan berpikir kritis, logis, dan sistematis, serta meningkatkan kemampuan komunikatif, Kolaboratif atau pemecahan masalah, sehingga mampu menghadapi tantangan global serta mampu

meningkatkan perekonomian Negara, sekaligus untuk mewujudkan proyeksi Indonesia sebagai negara perekonomian terbesar ketujuh di dunia pada 2030.

B. Pembelajaran STEM pada topik Energi

Pembelajaran STEM pada topik Energi berisikan pembahasan tentang topik Energi yang dipelajari peserta didik SMP di kelas VII dalam mata pelajaran IPA. Topik Energi dipilih menggunakan pendekatan STEM karena berdasarkan hasil kajian berisikan cakupan pengetahuan atau sains yang terkait dengan teknologi tertentu yang dapat direkayasa dengan mempertimbangkan perhitungan-perhitungan matematika. Dari sisi sains, topik ini akan membahas pengetahuan faktual tentang contoh sumber-sumber energi yang ada di alam; pengetahuan konseptual mencakup energi, energi potensial gravitasi, energi listrik, energi alternatif, perubahan bentuk energi; pengetahuan prosedural yang dapat dipelajari mencakup pengukuran arus listrik; serta pengetahuan metakognitif tentang pembuatan minihidro, dan pengevaluasian kinerja minihidro. Dari sisi teknologi (*technology*), unit ini akan membahas tentang pembangkit listrik sederhana dengan memanfaatkan air (minihidro). Dari sisi rekayasa (*engineering*) siswa akan diminta untuk merancang dan membuat minihidro dengan mempertimbangkan beberapa perhitungan matematika (*mathematic*) terkait dengan skala dan dimensi/bentuk kincir air, ketinggian sumber air, dan energi potensial gravitasi air.

C. Deskripsi Unit Pembelajaran Energi

Secara umum unit pembelajaran ini terdiri dari tiga bagian. Bagian pertama **Pendahuluan**, berisi penjelasan umum tentang topik yang dibahas, pembelajaran STEM, dan deskripsi komponen-komponen unit pembelajaran. Bagian kedua merupakan **Pedoman Guru** yang menguraikan tentang desain pembelajaran Energi dengan

pendekatan STEM, kompetensi dasar dan indikator yang akan dicapai, kemampuan prasyarat guru ketika akan membelajarkan unit ini dan kemampuan prasyarat peserta didik ketika akan belajar unit ini, pengembangan Penguatan Pendidikan Karakter melalui pembelajaran yang disajikan, analisis materi Pembelajaran STEM dengan menguraikan setiap komponen, skenario pembelajaran, perangkat pembelajaran, dan penilaian lengkap sampai daftar rujukan. Bagian ketiga **Penutup**. Di bagian lampiran dikemukakan Lembar Kegiatan untuk Peserta Didik dan Instrumen Penilaian.

BAB II PEMBELAJARAN DENGAN PENDEKATAN STEM

A. Kompetensi Dasar dan Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Kompetensi Dasar

- 3.5 Menganalisis konsep energi, berbagai sumber energi, dan perubahan bentuk energi dalam kehidupan sehari-hari termasuk fotosintesis
- 4.5 Menyajikan hasil percobaan tentang perubahan bentuk energi, termasuk fotosintesis

2. Indikator Pencapaian Kompetensi

- 1) Menentukan besar energi potensial gravitasi pada air terjun/air sungai (S)
- 2) Menerapkan konsep perubahan bentuk energi pada air dalam prinsip kerja PLTMH (S)
- 3) Menuliskan informasi tentang PLTMH (T)
- 4) Menuliskan solusi permasalahan PLTMH dalam kehidupan sehari-hari (S)
- 5) Merancang purwarupa PLTMH (E)
- 6) Membuat purwarupa PLTMH (E)
- 7) Menggunakan amperemeter untuk mengukur arus listrik yang dihasilkan PLTMH (T)
- 8) Menyajikan hasil ujicoba PLTMH (E)
- 9) Mengevaluasi kinerja PLTMH berdasarkan hasil analisis hubungan dimensi kincir dan arus listrik yang dihasilkan (M)
- 10) Mempresentasikan hasil proyek pembuatan purwarupa PLTMH

Keterangan: S: Sains, T : Teknologi, E: Rekayasa (*Engineering*), M: Matematika

3. Tujuan Pembelajaran

Melalui diskusi dan eksperimen, siswa dapat memahami prinsip kerja PLTMH, merancang dan membuat purwarupa PLTMH yang optimum untuk mengatasi masalah keterbatasan energi listrik, berdasarkan hasil analisis hubungan dimensi kincir dan arus listrik yang dihasilkan.

B. Analisis Materi Pembelajaran STEM

Energi: Pembangkit Listrik Tenaga Minihidro (PLTMH)

Sains	Teknologi
<ul style="list-style-type: none">• Faktual:<ul style="list-style-type: none">- Contoh sumber energi (air)• Konseptual:<ul style="list-style-type: none">- Energi- Sumber energi- Energi potensial gravitasi- Energi listrik- Energi alternatif- Perubahan bentuk energi• Prosedural:<ul style="list-style-type: none">- Pengukuran arus listrik- Proses pemecahan masalah tentang krisis energi- Langkah-langkah pembuatan PLTMH- Langkah-langkah ujicoba PLTMH• Metakognitif:<ul style="list-style-type: none">- Perancangan purwarupa PLTMH- Pembuatan purawarupa PLTMH- Evaluasi desain purwarupa PLTMH	<ul style="list-style-type: none">• PLTMH• Generator/Dinamo• Lampu LED• Multimeter/amperemeter• Internet untuk mencari informasi terkait teknologi PLTMH• Komputer untuk membuat tabel/grafik/diagram hasil pengamatan dan laporan pembuatan PLTMH

Rekayasa (<i>Engineering</i>) <ul style="list-style-type: none"> • Merancang purwarupa PLTMH • Membuat purwarupa PLTMH • Melakukan uji coba purwarupa PLTMH • Mengevaluasi purwarupa PLTMH 	Matematika <ul style="list-style-type: none"> • Menghitung skala dan dimensi PLTMH • Mengukur ketinggian sumber air • Menentukan jarak antarbaling-baling kincir PLTMH • Menentukan panjang baling-baling kincir PLTMH • Menentukan jumlah baling-baling kincir PLTMH • Membuat grafik/diagram hubungan antara dimensi kincir air dengan arus listrik yang dihasilkan PLTMH
---	--

C. Desain Pembelajaran

Materi	Label Konsep dan Definisi konsep	<i>Science / Engineering Practices</i>	<i>Cross Cutting</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Energi 	<ul style="list-style-type: none"> • Energi Potensial Gravitasi • Energi gerak • Energi listrik • Perubahan bentuk energi • Energi alternatif • PLTMH 	<ul style="list-style-type: none"> • Menerapkan perubahan bentuk energi air pada PLTMH • Menganalisis kinerja PLTMH • Identifikasi masalah PLTMH yang telah dikembangkan • Merancang PLTMH sederhana • Menentukan alat dan bahan • Membuat PLTMH sesuai rancangan • Melakukan uji coba 	<ul style="list-style-type: none"> • Skala, Proporsi dan Kuantitas • Struktur dan fungsi • Sistem

		<ul style="list-style-type: none"> • Evaluasi hasil uji coba 	
--	--	---	--

D. Kemampuan Prasyarat

Guru:

- Pemahaman tentang Pendekatan STEM
- Keterampilan proses sains
- Keterampilan penggunaan IT dan alat ukur listrik (multimeter)

Siswa:

- Pemahaman tentang konsep energi, sumber energi, jenis-jenis energi, energi potensial, energi kinetik, perubahan bentuk energi
- Keterampilan proses sains dasar

E. Pengembangan Keterampilan Abad 21

Unit pembelajaran ini diharapkan dapat mengembangkan berbagai keterampilan Abad 21, di antaranya sebagai berikut.

1) Berpikir kritis dan memecahkan masalah

Peserta didik berusaha untuk memberikan penalaran yang masuk akal dalam memahami pemanfaatan perubahan bentuk energi pada sumber daya air, dan membuat pilihan yang rumit dalam memecahkan permasalahan keterbatasan energi listrik; serta memahami interkoneksi antara sistem dalam penerapan minihidro sebagai alternatif alat untuk mengatasi permasalahan

krisis energi listrik. Peserta didik menggunakan kemampuan yang dimilikinya untuk berusaha menyelesaikan permasalahan yang dihadapinya dengan mandiri.

2) Berpikir kreatif dan inovatif

Peserta didik memperoleh sarana untuk mengembangkan, melaksanakan, dan menyampaikan gagasan-gagasan baru kepada peserta didik yang lain tentang perancangan dan pembuatan minihidro; bersikap terbuka dan responsif terhadap perspektif baru dan berbeda pada saat diskusi di dalam kelas terkait gagasan perancangan minihidro tersebut.

3) Kolaboratif

Pembelajaran dilakukan secara berkelompok dan kooperatif sehingga melatih peserta didik untuk berkolaborasi dan bekerjasama. Hal ini juga untuk menanamkan kemampuan bersosialisasi dan mengendalikan ego serta emosi. Melalui kolaborasi diharapkan tercipta kebersamaan, rasa memiliki, tanggung jawab, dan kepedulian antaranggota kelompok.

4) Komunikatif

Peserta didik diberikan kesempatan untuk mengutarakan ide-idenya, baik pada saat berdiskusi dengan teman-temannya di dalam kelompok, maupun ketika menyampaikan hasil proyek pembuatan minihidro kepada teman-temannya di depan kelas.

F. Pengembangan Penguatan Pendidikan Karakter

Pendidikan karakter yang akan dibiasakan kepada peserta didik selama dan setelah proses pembelajaran kehati adalah.

1. Religiusitas: bersyukur, toleransi, percaya diri, tidak memaksakan kehendak, mencintai dan menjaga keutuhan ciptaan Tuhan
2. Nasionalisme: menjaga lingkungan dan disiplin
3. Kemandirian: kerja keras, kreatif, keberanian
4. Gotong royong: menghargai, kerjasama
5. Integritas: kejujuran, tanggungjawab, dan keteladanan

G. Skenario Pembelajaran

Pertemuan ke-1

1. Pendekatan : STEM (*Science-Technology-Engineering-Mathematic*)
2. Model : *Project Based Learning*
3. Metode : Diskusi, Praktik
4. Alokasi waktu : 3 JP

Langkah Pembelajaran	Sintak Model Pembelajaran	Deskripsi Kegiatan	Alokasi Waktu
Pendahuluan		<ul style="list-style-type: none"> Guru memberi salam dilanjutkan dengan menanyakan kabar siswa dan kesiapan belajar Guru mengajukan pertanyaan tentang materi energi yang sudah dipelajari oleh siswa sebelumnya. Guru menginformasikan tujuan pembelajaran dan kegiatan yang akan dilakukan 	5'
Kegiatan Inti	Penentuan Pertanyaan Mendasar	<ul style="list-style-type: none"> Guru menayangkan video tentang air terjun atau sungai di beberapa tempat di Indonesia. Siswa mengamati tayangan video. Guru mengajukan pertanyaan: <ul style="list-style-type: none"> - <i>Apakah air terjun ini memiliki energi?</i> - <i>Energi apa yang dimiliki air terjun?</i> - <i>Dapatkah energi ini diubah bentuknya menjadi energi lain?</i> - <i>Dapatkah energi air terjun dimanfaatkan untuk menghasilkan energi yang lain, misalnya energi listrik?</i> Siswa menyimpulkan bahwa air terjun dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan energi listrik. Guru menampilkan data/permasalahan kondisi riil keterbatasan listrik di suatu daerah (misalnya di daerah 	20'

Langkah Pembelajaran	Sintak Model Pembelajaran	Deskripsi Kegiatan	Alokasi Waktu
		<p>tersebut sering mati lampu karena listrik yang terbatas, akan tetapi memiliki sumber daya alam seperti air sungai atau air terjun)</p> <ul style="list-style-type: none"> Siswa diminta untuk mengajukan solusi permasalahan tersebut berdasarkan informasi tentang manfaat air terjun. Siswa berdiskusi di dalam kelompok untuk menjawab pertanyaan/masalah yang diberikan guru. Perwakilan kelompok menyampaikan ide/gagasan atas pertanyaan guru. Guru menayangkan video minihidro yang pernah dibuat di suatu tempat di Indonesia. Guru mengajukan pertanyaan: <ul style="list-style-type: none"> <i>Dapatkah PLTMH tersebut menerangi sejumlah rumah yang ada di desa tersebut?</i> <i>Dapatkah kita membuat PLTMH tersebut agar menghasilkan listrik yang lebih banyak?</i> Guru meminta siswa merumuskan permasalahan terkait dengan PLTMH yang akan dirancang Siswa menuliskan permasalahan di kertas kerja atau kertas plano. Misalnya: <i>Bagaimana membuat PLTMH yang dapat menghasilkan listrik yang besar/maksimal?</i> 	
	Mendesain Perencanaan Proyek	<ul style="list-style-type: none"> Siswa dituntun membuat rancangan PLTMH dengan bantuan LK yang sudah dilengkapi pertanyaan penuntun. Siswa mencari informasi dari berbagai sumber (misal internet 	85'

Langkah Pembelajaran	Sintak Model Pembelajaran	Deskripsi Kegiatan	Alokasi Waktu
		<p>alamat web....), untuk membuat desain PLTMH</p> <ul style="list-style-type: none"> Berdasarkan rumusan permasalahan, siswa merancang proyek pembuatan PLTMH dengan langkah-langkah: <ol style="list-style-type: none"> membuat desain PLTMH; menentukan alat dan bahan PLTMH; menentukan dimensi kincir air (bentuk, panjang, kerapatan baling-baling kincir) menentukan ketinggian sumber air Guru menginformasikan pada siswa bahwa rancangan PLTMH akan diujicoba dengan cara mengukur arus dan indikator nyala lampu LED sehingga dalam rancangannya mereka harus menggunakan lampu LED dan menghubungkan PLTMH dengan amperemeter. Siswa berdiskusi dalam kelompok. Siswa mempresentasikan hasil rancangan desain PLTMH Guru dan siswa memberikan masukan terhadap rancangan PLTMH yang dibuat 	
	Menyusun Jadwal	<ul style="list-style-type: none"> Siswa menyusun jadwal/waktu pelaksanaan proyek pembuatan PLTMH dan target-targetnya. Guru menginformasikan kepada siswa agar di luar pembelajaran mengidentifikasi alat dan bahan yang diperlukan sesuai rancangan dan menyiapkannya untuk dibawa pada pertemuan berikutnya. 	10'
Kegiatan Penutup		<ul style="list-style-type: none"> Guru melakukan rivi u proses kegiatan yang telah dilakukan. Guru dan siswa melaksanakan refleksi bersama 	20'

Pertemuan ke-2

- 1) Pendekatan : *STEM (Sains-Technology-Engineering-Mathematic)*
 2) Model : *Project Based Learning*
 3) Metode : Eksperimen
 4) Alokasi waktu : 2 JP

Langkah Pembelajaran	Sintak Model Pembelajaran	Deskripsi Kegiatan	Alokasi Waktu
Pendahuluan		<ul style="list-style-type: none"> Guru memberi salam dilanjutkan dengan menanyakan kabar siswa dan kesiapan belajar Guru mengajukan pertanyaan tentang jadwal proyek yang telah disepakati sebelumnya. Guru menginformasikan kegiatan pembelajaran yang akan dilakukan 	5'
Kegiatan Inti	Memonitor siswa dan kemajuan proyek	<ul style="list-style-type: none"> Secara berkelompok, siswa membuat/merakit PLTMH sesuai gambar rancangan, dengan langkah-langkah: <ul style="list-style-type: none"> menentukan skala PLTMH mengukur dimensi baling-baling PLTMH (panjang baling-baling, bentuk baling-baling, dan jarak antarbaling-baling, dan jumlah baling-baling, dll) menghubungkan kincir air dengan generator/dinamo dan lampu LED Guru berkeliling memonitor kemajuan proyek setiap kelompok selama pembelajaran. Siswa mempresentasikan hasil PLTMH yang telah dibuat. Guru memberikan masukan. Guru menginformasikan kepada siswa agar melanjutkan kegiatan membuat PLTMH di luar pembelajaran. 	70'
Kegiatan		<ul style="list-style-type: none"> Guru melakukan riviur proses 	5'

Penutup		kegiatan yang telah dilakukan. • Guru dan siswa melaksanakan refleksi bersama	
----------------	--	--	--

Pertemuan ke-3

- 1) Pendekatan : STEM (*Sains-Technology-Engineering-Mathematic*)
- 2) Model : *Project Based Learning*
- 3) Metode : Praktik
- 4) Alokasi waktu : 3 JP

Langkah Pembelajaran	Sintak Model Pembelajaran	Deskripsi Kegiatan	Alokasi Waktu
Pendahuluan		<ul style="list-style-type: none"> Guru memberi salam, dilanjutkan dengan menanyakan kabar siswa dan kesiapan belajar Guru mengajukan pertanyaan tentang kemajuan proyek yang telah dilakukan di kelas maupun di luar kelas. Guru menginformasikan kegiatan pembelajaran yang akan dilakukan. 	5'
Kegiatan Inti	Menguji Hasil	<ul style="list-style-type: none"> Setelah selesai membuat PLTMH, setiap kelompok menguji minihidro pada ketinggian air yang berbeda dengan bantuan LK: <ul style="list-style-type: none"> mengamati nyala lampu LED sebagai indikator listrik yang dihasilkan. mengukur arus yang mengalir dengan menggunakan amperemeter, Siswa mencatat data hasil pengamatan pada saat uji coba Setiap kelompok mendokumentasikan karya PLTMH dalam bentuk foto atau video. Setiap kelompok siswa membuat grafik hubungan dimensi kincir air (jumlah kincir, jarak antar kincir, dll.) dengan arus listrik yang 	30'

		<p>dihasilkan.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Siswa secara berkelompok melakukan evaluasi dengan mengisi format evaluasi pembuatan PLTMH. • Siswa menganalisis data hasil pengamatan dan grafik yang diperoleh • Siswa menindaklanjuti hasil evaluasi pembuatan PLTMH, dengan melakukan beberapa perbaikan, jika diperlukan dapat melakukan redesain (membuat desain ulang) PLTMH agar diperoleh PLTMH yang dapat menghasilkan listrik yang maksimal sesuai harapan. • Setiap kelompok membuat laporan proyek pembuatan PLTMH sesuai format laporan yang diberikan 	
	Mengevaluasi pengalaman	<ul style="list-style-type: none"> • Setiap kelompok melakukan presentasi hasil proyek PLTMH dan menyampaikan pengalaman-pengalaman yang diperolehnya. • Guru dan siswa lain mengapresiasi dan memberikan masukan terhadap proyek yang dilakukan • Guru memberikan penguatan terkait konsep energi, perubahan bentuk energi, energi potensial gravitasi, energi listrik, dan energi alternatif. 	80'
Kegiatan Penutup		<ul style="list-style-type: none"> • Guru melakukan rivi u proses kegiatan yang telah dilakukan. • Guru dan siswa melaksanakan refleksi bersama 	5'

H. Sumber Belajar

Sumber belajar pada pembelajaran ini dapat menggunakan:

- Internet
- Buku Guru SMP Kelas VII

- Buku Siswa SMP Kelas VII
- Sumber Bacaan lainnya

I. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang diperlukan dalam pembuatan proyek pembangkit Listrik Tenaga Minihidro adalah sebagai berikut.

Alat:

- Gunting
- Pisau/cutter
- Bor kecil
- Alat lem tembak/perekat
- Solder
- Penggaris
- Pensil/pulpen
- Generator kecil/dinamo (9V/12V)
- Lampu LED paling kecil (3 warna)
- Kabel penghubung/kabel capit
- Multimeter/amperemeter
- Busur
- Jangka

Bahan:

- Botol plastik bekas atau bahan lain
- Lem plastik/lem tembak/lem lainnya yang sejenis
- Cat minyak/piloks/cat kayu/pewarna lainnya
- Stik kayu/pensil
- Timah solder

J. Penilaian Pembelajaran

1. Desain Penilaian

No	Indikator Pencapaian Kompetensi	Aspek	Bentuk dan Teknik penilaian	Instrumen	Waktu Pelaksanaan
1	Menentukan besar energi potensial gravitasi pada air terjun/air sungai	Pengetahuan	Tes: tes tertulis	Soal PG/Uraian	Akhir pembelajaran
2	Menerapkan konsep perubahan bentuk energi	Pengetahuan	Tes: tes tertulis	Soal PG/Uraian	Akhir pembelajaran

No	Indikator Pencapaian Kompetensi	Aspek	Bentuk dan Teknik penilaian	Instrumen	Waktu Pelaksanaan
	pada air dalam prinsip kerja PLTMH				
3	Menuliskan informasi tentang PLTMH	Pengetahuan	Nontes: Penugasan	Lembar penilaian tugas (Lembar Kerja)	Proses pembelajaran di kelas
4	Menuliskan solusi permasalahan tentang PLTMH berdasarkan suatu kasus	Pengetahuan	Nontes: Penugasan	Lembar penilaian tugas (Lembar Kerja)	Proses pembelajaran di kelas
5	Merancang purwarupa PLTMH	Keterampilan	Nontes: Observasi	Lembar penilaian produk rancangan PLTMH	Proses pembelajaran di kelas
6	Membuat purwarupa PLTMH	Keterampilan	Nontes: Observasi	Lembar penilaian produk purwarupa PLTMH	Akhir pembelajaran
7	Menggunakan amperemeter untuk mengukur arus listrik yang dihasilkan PLTMH	Keterampilan	Nontes: Observasi	Lembar penilaian praktik	Proses pembelajaran di kelas (praktik menguji coba PLTMH)
8	Menyajikan hasil ujicoba PLTMH	Keterampilan	Nontes: Observasi	Lembar penilaian laporan	Akhir pembelajaran
9	Mengevaluasi kinerja PLTMH berdasarkan hasil analisis hubungan dimensi kincir dan arus listrik yang dihasilkan	Pengetahuan	Tes: tes tertulis	Soal PG/Uraian	Akhir pembelajaran
10	Mempresentasikan hasil proyek pembuatan purwarupa PLTMH	Keterampilan	Nontes: Observasi	Lembar penilaian presentasi	Akhir pembelajaran

2. Instrumen Penilaian

Terlampir

BAB III Penutup

Unit Pembelajaran pendidikan STEM diharapkan bisa menjadi pedoman bagi guru IPA SMP dalam mengembangkan perencanaan pembelajaran, pelaksanaan, dan penilaian bagi peserta didik pada materi Energi dalam sistem Kehidupan. Penggunaan model *Project based Learning* dengan pendekatan STEM bisa menjadi salah satu alternatif untuk bisa melatih keterampilan Abad 21 siswa sekaligus menguatkan Pendidikan karakter sesuai dengan tuntutan Kurikulum 2013.

Daftar Pustaka

- Ardianto, D. 2017. NGSS dan STEM. Makalah pada Workshop STEM PPPPTK IPA. Bandung: PPPPTK IPA
- Boss, Suzie. 2015. *PBL for 21st Century Success. Project Based Learning Toolkit Series*. California: Buck Institute for Education.
- BSNP. (2010). Paradigma Pendidikan Nasional Abad XXI.
- Firman, H. 2015. Pendidikan Sains Berbasis STEM: Konsep, Pengembangan, dan Peranan Riset Pascasarjana. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan IPA dan PKLH*. Bogor: Program Pascasarjana UNPAK, Bogor.
- Kelley, Todd R., Knowles, J. Geoff. 2016. *A conceptual framework for integrated STEM education*. International Journal of STEM Education
- Kemdikbud, (2016). Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 22 Tahun 2016 tentang Standar Proses Pendidikan Dasar dan Menengah. Kemdikbud: Jakarta
- Mukminan. (2014). Strategi Menyiasati Pendidikan Abad 21. Makalah yang dipresentasikan pada Seminar Pendidikan di UPI.
- National Academy of Sciences (2011). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. The National Academic Press: Washington DC.
- Nichols, Jennifer. (2013). 4 Essential Rules of 21st Century Learning. [Online]. Tersedia di: <http://www.teachthought.com/learning/4-essential-rules-of-21stcentury-learning/>. Diakses 21 April 2018.
- Partnership for 21st Century Learning (2007). *Framework for 21st Century Learning*. Washington, DC.
- Partnership for 21st Century Learning (2007). *P21 Framework Definitions*. Washington, DC.
- Roberts, A. (2012). A justification for STEM education. *Technology and Engineering Teacher*, 74(8), 1-5.
- Roberts, A. & Cantu, D. (2012). Applying STEM instructional strategies to design and technology curriculum. *Technology Education in the 21st Century*, (73), 111-118.

Lampiran-Lampiran

Lampiran 1: Lembar Kerja Siswa

Lembar Kerja Siswa 1

Cermati artikel berikut.

Kelangkaan Listrik, Masalah Mendasar Kabupaten Maybrat di Papua Barat

Permasalahan mendasar bagi wilayah-wilayah yang terisolir adalah sarana kelistrikan. Misalnya saja Kabupaten Maybrat di Papua Barat. Dari 41 kecamatan, hanya 3 kecamatan yang saat ini menikmati listrik. Kabupaten Maybrat mengandalkan pasokan listriknya menggunakan BBM dan itu menyala hanya 6 jam. Karena mesinnya kecil dan pengadaan BBM yang sangat jauh untuk diperoleh. Wilayah Maybrat memiliki potensi sumber daya air yang cukup besar. Sungai-sungai besar memiliki aliran air yang cukup besar dengan volume stabil. Kementerian ESDM telah membangun PLTMH di atas aliran Sungai Soan yang debit airnya tidak pernah surut meski di musim kemarau. Dibangun dua unit pembangkit listrik bertenaga hidro dengan kapasitas 280 kwp. Dua unit mesin pembangkit ini baru mampu melistriki 174 rumah di 4 desa.



Sungai Soan di Waybrat



PLTMH di Waybrat,

Papua Barat

Disarikan dari www.detik.com dan , Kamis, 21 Apr 2016 22:10 WIB,

Carilah informasi selengkap-lengkapnya tentang PLTMH dari internet dan sumber lainnya.

- a. Definisi
- b. Prinsip Kerja
- c. Penggunaannya

Hasil penelusuran informasi:

Tantangan

Kelangkaan listrik di sebagian wilayah Indonesia, terutama di daerah-daerah terpencil menjadi salahsatu masalah nasional yang harus dipecahkan. Namun, ada peluang yang besar untuk mengatasi masalah itu, yakni sumber daya sungai yang tidak terbatas. Pembangkit Listrik Tenaga Minihidro/Mikrohidro (PLTMH) yang telah dikembangkan baru bisa menjangkau rumah-rumah di beberapa desa. Sementara itu, masih banyak desa lainnya yang belum teraliri listrik.

Diskusikan tantangan bersama dengan kelompok.

Solusi apakah yang dapat kamu berikan untuk menjawab tantangan di atas?

Poin-poin solusi yang diusulkan:

Lembar Kerja Siswa 2

Proyek: _____

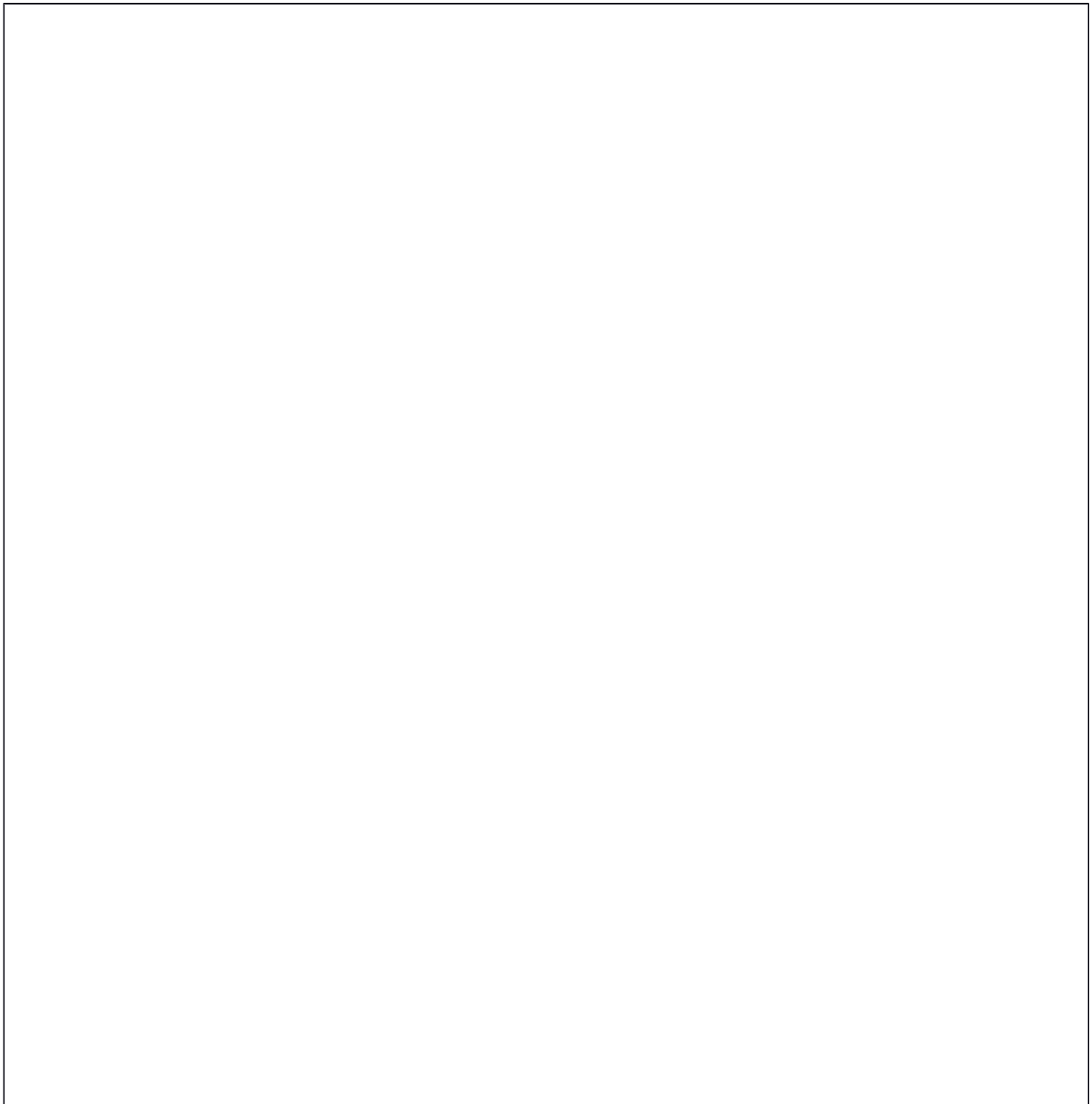
Nama	
Kelompok	
Kelas	
Nama Anggota	1.
	2.
	3.
	4.
	5.

Bagian I. RANCANGAN ALAT

3. Konsep apa saja yang digunakan dalam membuat rancangan alat?

4. Bentuk dimensi dan ukuran seperti apa yang tepat dalam membuat rancangan alat?

5. Buat sketsa rancangan alat. Perhatikan skala ukurannya!



6. Diskusikan tentang keunggulan dan kelemahan dari sketsa ini, akan sejauh apa sketsa ini berhasil?

No	Keunggulan	Kelemahan
.		

7. Tentukan alat dan bahan yang diperlukan beserta jumlahnya.

--

8. Buatlah perencanaan anggaran pembuatan perancangan alat tersebut.

No .	Alat dan Bahan	Harga Satuan (Rp)	Banyakn ya	Jumlah (Rp)
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				

Bagian II. PEMBUATAN ALAT

1. Buatlah alat sesuai dengan rancangan yang telah dibuat sebelumnya. Gunakan alat dan bahan yang tersedia.
2. Tuliskan langkah-langkah/proses dalam pembuatan alat.

--

3. Adakah tantangan/hambatan yang kamu hadapi selama membuat alat tersebut?

4. Perbaiki apa yang bisa dilakukan untuk menyelesaikan hambatan/tantangan yang dihadapi?

Bagian III. PENGUJIAN ALAT

1. Jika kalian telah selesai menyusun prototipe/purwarupa alat tersebut, lakukan pengujian apakah alat dapat menjalankan fungsinya sesuai dengan yang diharapkan ATAU TIDAK.
2. Rancang ulang desain yang telah dibuat jika ada yang perlu disempurnakan sesuai dengan hasil evaluasi pengujian.
3. Hasil Pengujian Alat

Tabel 1. Data hasil pengamatan

Pengujian ke-	Dimensi Kincir air	LED (menyala/tidak)	Arus listrik (mA)
1			
2			

3			
4			

4. Apa saran yang bisa diberikan untuk membuat rancangan yang diajukan menjadi lebih baik?

Lampiran 2: Instrumen Penilaian

1) Penilaian Sikap

a. Observasi sikap pada saat diskusi

**Lembar
Pengamatan
Pada
Kegiatan
Diskusi**

Mata
pelajaran
: Ilmu
Pengetahuan
Alam
Kelas/semester
: VII/1
Topik

: Energi:
Pembangkit
Listrik

b. Lembar penilaian diri

PENILAIAN DIRI

Nama : _____

Kelas : _____

Topik : Energi

Setelah menyelesaikan proyek PLTMH (Pembangkit Listrik Tenaga Minihidro), kamu dapat melakukan penilaian diri dengan cara memberikan tanda checklist (v) pada kolom yang tersedia sesuai dengan kemampuanmu.

No	Pernyataan	Sudah	Belum
1	Mampu menentukan besar energi potensial gravitasi pada air sungai/terjun		
2	Mampu menerapkan konsep perubahan bentuk energi pada air dalam prinsip kerja PLTMH		
3	Mampu menggunakan internet untuk mencari informasi tentang PLTMH		
4	Mampu mengusulkan solusi permasalahan PLTMH dalam kehidupan sehari-hari		
5	Mampu merancang purwarupa PLTMH		
6	Mampu membuat PLTMH sesuai rancangan		
7	Mampu menggunakan amperemeter untuk mengukur arus listrik yang dihasilkan LTMH		
8	Mampu mengujicoba PLTMH		
9	Mampu mengevaluasi kinerja PLTMH berdasarkan hasil analisis data arus listrik yang dihasilkan PLTMH		
10	Mampu mempresentasikan hasil proyek		

c. Penilaian antarpeserta didik

Penilaian antar Peserta Didik

Topik/Subtopik :

Kelompok :

Tanggal Penilaian :

Nama Penilai

:

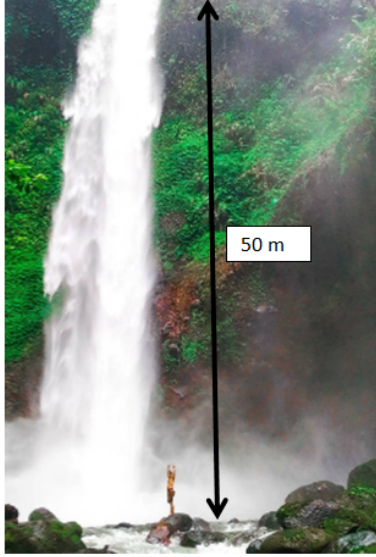
Petunjuk :

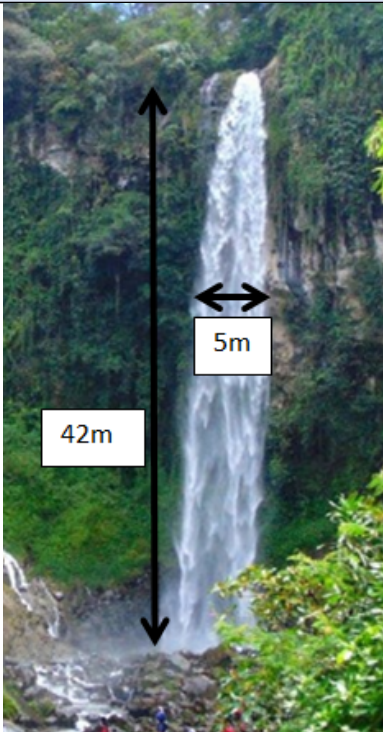
- Pernyataan di bawah ini untuk menilai diri kamu sendiri dan teman sekelompok selama proses pembelajaran dan penyusunan proyek
- Objektivitas harus dijunjung tinggi
- Amati perilaku temanmu dengan cermat selama mengikuti pembelajaran
- Berikan tanda ceklist (v) jika melaksanakan atau strip (-) Jika tidak melaksanakan, pada kolom yang disediakan berdasarkan hasil pengamatanmu.
- Serahkan hasil pengamatanmu kepada gurumu

No	Perilaku	Nama mu	Teman 1	Teman 2	Teman 3	Teman 4
1	Memperhatikan ketika guru menjelaskan					
2	Bertanya pada guru pada saat proses pembelajaran					
3	Memberikan ide atau gagasan terhadap suatu permasalahan saat diskusi					
4	Mencari informasi dari buku, internet atau sumber lain untuk mencari ide-ide dalam pembuatan proyek					
5	Mau menerima pendapat teman					
6	Memaksa teman untuk menerima pendapatnya					
7	Mau bekerjasama dengan semua teman					

2) Penilaian Pengetahuan

Soal tes pilihan ganda

No	IPK	Indikator Soal	Tingkat Kognitif	Soal	Kunci jawaban
1	Menentukan besar energi potensial gravitasi pada air terjun/air sungai	Disajikan data dan gambar air terjun, siswa dapat menghitung besar energi potensial air terjun.	C2	<p>Sebuah air terjun akan dimanfaatkan untuk memutar turbin PLTMH di suatu desa. Debit air yang mengalir pada air terjun tersebut $10 \text{ m}^3/\text{s}$.</p>  <p>Bila percepatan gravitasi $= 10 \text{ m/s}^2$, maka besar energi potensial air terjun tersebut adalah</p> <p>A. 500 J B. 5000 J C. 50.000 J D. 500.000 J</p>	B
2	Menerapkan konsep perubahan bentuk energi pada air dalam prinsip kerja PLTMH	Disajikan data dan gambar air terjun, siswa dapat menerapkan perubahan bentuk	C3	<p>Air terjun di sebuah daerah pegunungan memiliki debit $15 \text{ m}^3/\text{s}$.</p>	C

No	IPK	Indikator Soal	Tingkat Kognitif	Soal	Kunci jawaban
		energi pada air dalam prinsip kerja PLTMH		 <p>Air terjun tersebut ingin dimanfaatkan untuk memutar generator listrik pada PLTMH yang dipasang di bawahnya. Jika diperkirakan paling sedikit 10% energi air terjun dapat diubah menjadi energi listrik, maka energi listrik yang dihasilkan oleh PLTMH paling sedikit sebesar</p> <p>A. 6300 J B. 3150 J C. 630 J D. 315 J</p>	

3) Penilaian Keterampilan

a. Lembar Penilaian Produk: Desain/Rancangan

Penilaian Desain/Rancangan

Aspek dan Indikator	Kriteria Penilaian	
	Ya	Tidak
Konten		
1. Berkaitan dengan topik utama pembelajaran		
2. Menunjukkan solusi dari permasalahan		
3. Ide mudah diimplementasikan		
Bentuk Desain		
1. Gambar desain logis		
2. Menggambarkan seluruh bagian dengan rinci		
3. Tergambarkan keberkaitan antarkomponen		
4. Terdapat keterangan masing-masing komponen		
5. Menunjukkan presisi gambar yang tepat		
6. Prosedur pembuatan lengkap		
Kemudahan mengimplentasikannya		
1. Menggunakan bahan yang mudah diperoleh di lingkungan (lokal)		
2. Menggunakan peralatan yang mudah diperoleh		
3. Tidak memerlukan keterampilan khusus dalam merangkainya		

Rubrik

Ya : Jika memenuhi kriteria (skor 1)

Tidak : Jika tidak memenuhi kriteria (skor 0)

b. Lembar Penilaian Produk: Alat /Purwarupa

Aspek dan Indikator	Kriteria Penilaian	
	Ya	Tidak
Konten		
1. Berkaitan dengan topik yang sedang dipelajari		
2. Dapat digunakan untuk melatih keterampilan proses (mengubah variabel)		
3. Memperjelas pemahaman terhadap konsep		
4. Menggunakan bahan yang mudah diperoleh di lingkungan (lokal)		
5. Alat berfungsi dengan baik		
Ketahanan Alat		
1. Ketahanan terhadap cuaca (suhu udara/cahaya/matahari/kelembapan/air)		
2. Memiliki alat pelindung dari kerusakan		
3. Mudah dibersihkan		
4. Mudah diperbaiki		
Kemudahan Penggunaannya		
1. Mudah merangkainya		
2. Mudah menggunakan/mengoperasikannya		
3. Mudah memindahkannya		
4. Aman saat digunakan		

Bernilai Estetika		
1. Produk diberi warna		
2. Produk dibuat dengan rapi		

Rubrik

Ya : Jika memenuhi kriteria (skor 1)

Tidak : Jika tidak memenuhi kriteria (skor 0)

c. Lembar Penilaian Presentasi

No.	Aspek	Indikator	Kriteria	
1.	Penyampai an Konten	1. Informasi yang disampaikan berkaitan dengan topik	Ya	Tidak
		2. Menyampaikan proses pelaksanaan dengan benar (Penjadwalan/perancangan/pembuatan produk/ujicoba)		
		3. Konsep yang disampaikan benar		
2.	Penggunaan Bahasa dan Berkomuni kasi	1. Menggunakan bahasa Indonesia yang baik dan benar		
		2. Artikulasi dan intonasi ucapan jelas		
		3. Kelancaran saat berbicara		
		4. Kalimat yang disampaikan sistematis/mudah dipahami		
		5. Menunjukkan bahasa tubuh yang mendukung informasi yang disampaikan		

Rubrik

Ya : Jika memenuhi kriteria (skor 1)

Tidak : Jika tidak memenuhi kriteria (skor 0)

Lampiran 3: Contoh Rancangan PLTMH

